

99 年壓水式核子反應器運轉人員執照測驗

第一階段第一次基本原理筆試 試題_A 卷

(試題_B 卷：試題_A 卷前 25 題與後 25 題互換)

1. 下列有關管閥之敘述，何者有誤：

- A. 運轉中典型閘閥及球形閥之閥盤打開過程的前 25%開度所導致的流量變化，大於最後 25%開度。
- B. 當控制閥幾乎完全打開時，最有可能因為閥座兩側有相當大的壓降，進而產生孔蝕現象。
- C. 比較使用於同一運轉中冷卻水系統用途相同的三吋閘閥與三吋球形閥，如果兩閥均處於全開狀態，閘閥產生較小的水頭損失，以及較大的流量。
- D. 比較用途相同的球形閥及閘閥時，閘閥於全開時的壓降較低，所以是節流的較差選擇。

答案：B

2. 典型的馬達操作閥，會在閥的操作器失去電力時，產生何種反應？

- A. 完全打開
- B. 完全關閉
- C. 保持原狀
- D. 成半開狀態

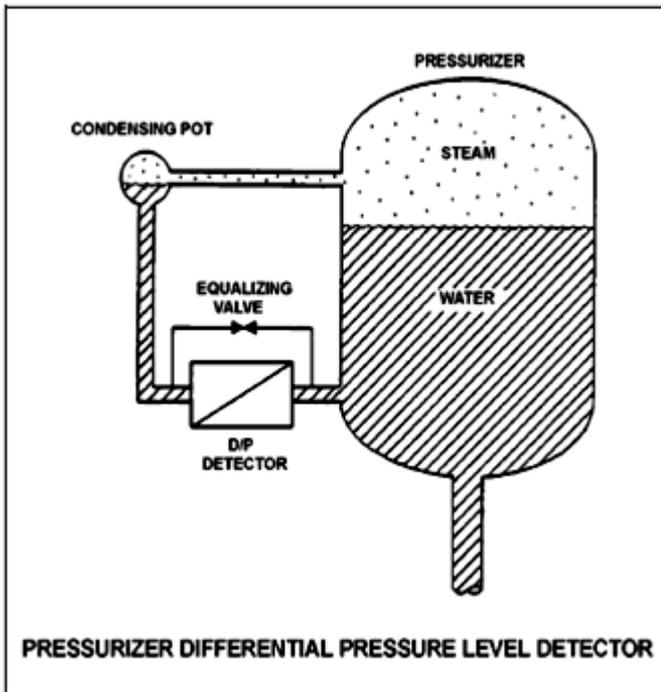
答案：C

3. 一充氣式輻射偵檢器作用於比例區，並暴露於一固定之伽瑪輻射場。若操作電壓降低，但是仍維持在比例區中，則離子收集率將會……
- A. 維持大約相同，因為已於高電壓時，收集所有一次離子。
 - B. 維持大約相同，因為偵檢器仍然在飽和狀態下操作。
 - C. 減小，因為在到達電極之前，於偵檢器進行再結合的一次離子較多。
 - D. 減小，因為在偵檢器中發生較少的二次游離。

答案：D

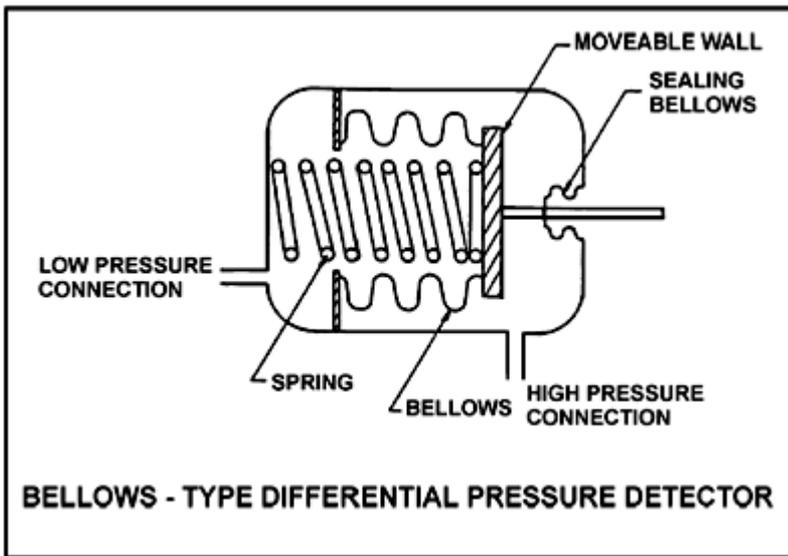
4. 請參照下圖的調壓槽差壓水位計。該調壓槽的水位計，最近於核能電廠正常運轉條件下校正。假設水位計沒有使用密度補償。
- 如果機組停機並降溫降壓，調壓槽水位計的顯示數據將_____實際水位，這是因為差壓水位計在既定調壓槽水位下，目前測得的差壓_____所致。
- A. 高於；較小
 - B. 高於；較大
 - C. 低於；較小
 - D. 低於；較大

答案：A



5. 下列有關伸縮囊差壓壓力計（如下圖所示）之敘述，何者有誤？
- A. 假設低壓側通向圍阻體大氣，而此伸縮囊差壓壓力計用以量測調壓槽壓力，則當圍阻體壓力增加時，將導致相關壓力指示值減小。
- B. 假設低壓側通向圍阻體大氣，而此伸縮囊差壓壓力計用以量測調壓槽壓力，則當伸縮囊破裂時，將導致相關壓力指示值減小。
- C. 假設圖中壓力計的彈簧為壓縮狀態，此彈簧因為長期使用而疲乏，如果實際差壓維持固定，則由於彈簧疲乏所得的指示值會減少，因為彈簧會伸張更多。
- D. 假設圖中壓力計的彈簧為壓縮狀態，此彈簧因為長期使用而疲乏，如果實際差壓維持固定，則由於彈簧疲乏所得的指示值會增加，因為高壓將使彈簧壓縮更多。

答案：C



6. 於反應器功率運轉期間，會取反應器冷卻水樣本並分析。若反應器冷卻水樣本中，檢驗出某些核種濃度升高，下列那三種放射核種，均為燃料護套失效之指標？

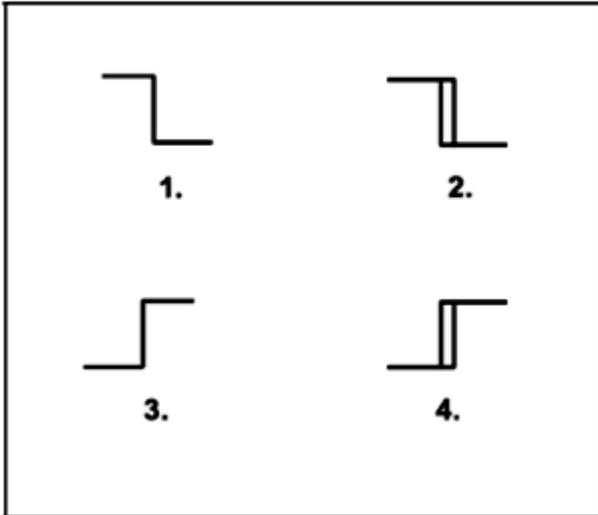
- A. 鋰-6、鈷-138、氫-41。
- B. 碘-131、銫-135、銨-89。
- C. 氮-16、氫-135、錳-56。
- D. 氫-2(氘)、氫-3(氚)、氧-18。

答案：B

7. 自動雙穩態水位控制器，控制洩水收集槽的水位。當洩水收集槽的水位上升至 70%時，雙穩態控制器啟動，讓水槽排水閥全開，而當槽內水位下降至 60%時，雙穩態控制器關閉，排水閥於是關閉。

下列哪種雙穩態符號，代表水位控制器採用的雙穩態特性？

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4



答案：D

8. 典型的流量控制器，採用_____控制。

- A. 開回路(open-loop)
- B. 開-關(on-off)
- C. 閉回路(closed-loop)
- D. 外部調節(external regulating)

答案：C

9. 下列何者正確敘述一個典型氣動閥定位器的運轉方式？

- A. 比較閥門控制器的需求訊號及實際閥位，然後傳送誤差訊號給閥門控制器以調整需求訊號。
- B. 比較閥門控制器的自動和手動設定值，並傳送誤差訊號給閥門控制器，以確保手動需求訊號有在追蹤自動需求訊號。
- C. 從閥門控制器接收閥位誤差訊號，然後依需要調整閥位，使閥位誤差訊號減少至零。
- D. 從閥門控制器接收需求訊號，然後提供氣動閥引動器正確的壓力，以使閥門移動至需求的位置。

答案：D

10. 下列何者規定了啟動大型離心泵時，泵出口閥的適當位置，以及該位置的依據？
- A. 出口閥全開以降低所需馬達功率。
 - B. 出口閥節流以降低所需馬達功率。
 - C. 出口閥全開，確保適當的淨正吸水頭。
 - D. 出口閥節流，確保適當的淨正吸水頭。

答案：B

11. 一離心泵運轉在最大設計流量下，透過兩隻並聯閥門傳送水。閥「A」開度為 50%，閥「B」開度為 25%。

若兩閥全開，下列何者狀況會發生？

- A. 泵將在關斷水頭下運轉。
- B. 泵的可用淨正吸水頭將會增加。
- C. 泵的所需淨正吸水頭將會減少。
- D. 泵將在過流(runout)狀況下運轉。

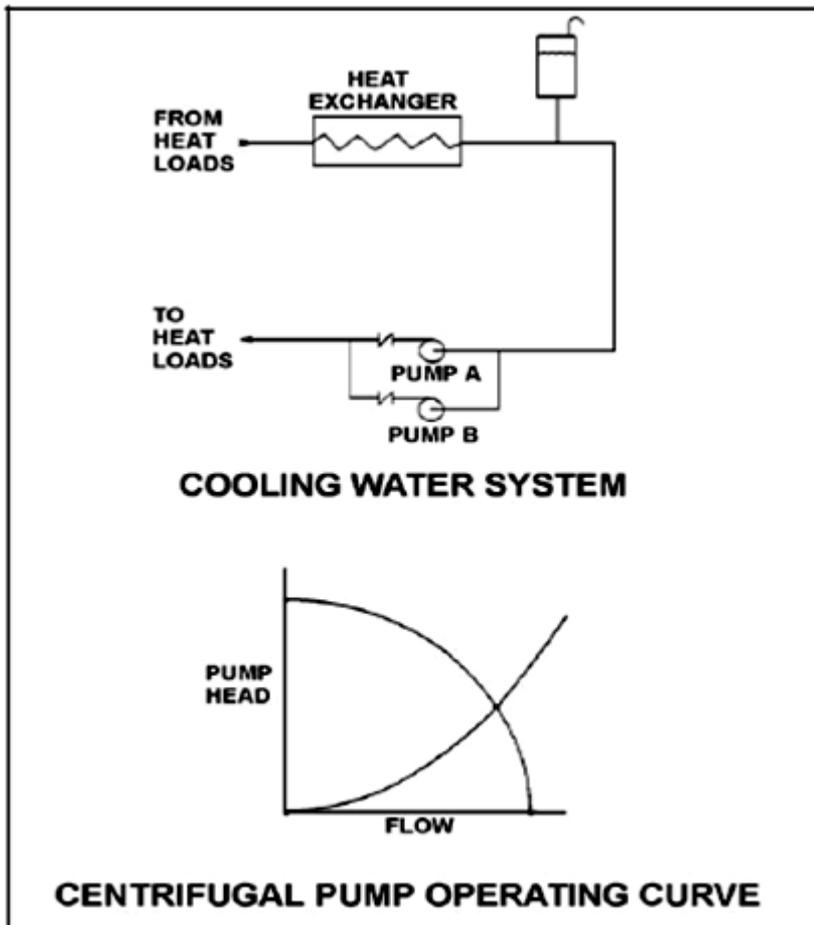
答案：D

12. 請參照下圖的冷卻水系統，以及相關的離心泵運轉曲線。泵 A 和泵 B 為相同的單轉速離心泵，開始時只有泵 A 在運轉。

接著泵 B 開始運轉，等到系統穩定之後，系統流量將會……

- A. 和原流量相同。
- B. 低於原流量的兩倍。
- C. 變成原流量的兩倍。
- D. 多於原流量的兩倍。

答案：B

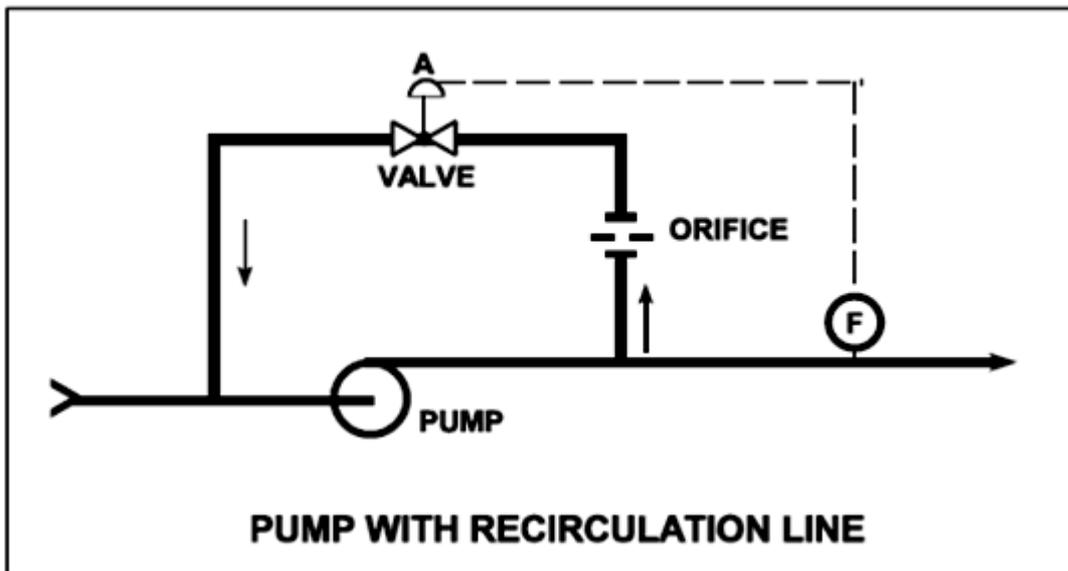


13. 請參照下圖中，設有再循環管路的泵。

當泵_____時，A 閥會關閉。

- A. 流量增加且高於設定值。
- B. 流量降低且低於設定值。
- C. 出口壓力增加且超過設定值
- D. 出口壓力降低且低於設定值。

答案：A



14. 一部主發電機與無限電力網並聯運轉。如果發電機激磁電壓持續緩慢地降低，發電機將基於下列哪項因素而發生高電流(假設發電機保護電驛未動作)？

- A. 發電機 MWe 過高。
- B. 發電機 KVAR 過高(落後/lagging)。
- C. 發電機 KVAR 過高(領先/leading)。
- D. 發電機逆電力(reverse power)。

答案：C

15. 反應爐冷卻水泵(RCP)發生轉子鎖死事件時，RCP 的電流將……

- A. 上升，因為轉子扭矩增加。
- B. 上升，因為定子的逆向電動勢(CEMF)增加。

C. 下降，因為泵流量減少。

D. 下降，因為轉子的逆向電動勢(CEMF)增加。

答案：A

16. 請參照下圖的運轉中水淨化系統。

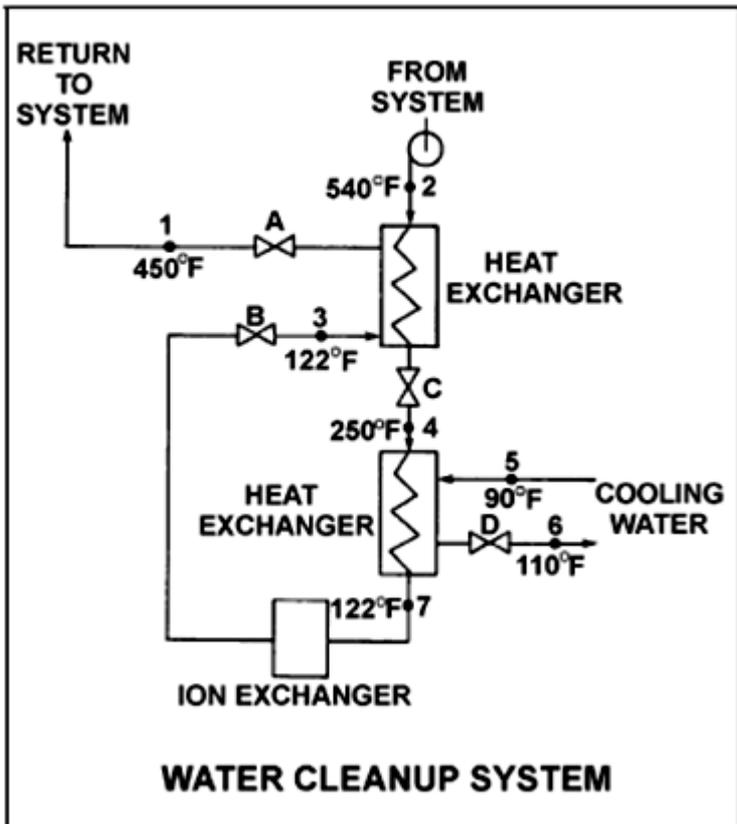
所有的閥都相同，並於一開始打開 50%開度。欲將位置 1 的溫度提高，運轉員應將閥_____向_____的方向調轉。

A. A；關

B. B；開

C. C；關

D. D；開



答案：B

17. 下列何者意指非均勻分佈之溫度驟降情形，造成機械組件承受到嚴重應力？

- A. 斷裂應力(fracture stress)。
- B. 脆性破壞(brittle fracture)。
- C. 熱震 (Thermal Shock)。
- D. 壓熱震 (Pressurized Thermal Shock, PTS)。

答案：C

18. 下列對除礦器之敘述，何者有誤？

- A. 除礦器流入水流的高導電度造成樹脂床耗竭，將導致除礦器發生通道效應 (channeling)。
- B. 樹脂耗竭不是除礦器形成高差壓的因素。
- C. 除礦器流量增加將導致除礦器出口的水導電度驟增。
- D. 用於一淨水系統之除礦器，若其中懸浮固體累積，將使除礦器由系統中移除不必要離子的速率減小。

答案：A

19. 核子反應爐以 100% 功率運轉一年後停機，電廠此時逐漸降溫。運轉員通報從數小時前開始降溫起，運轉中停機用冷卻水泵周圍一般區域的輻射強度大

增。

下列何者為這些冷卻導致現象的一般原因？

- A. 反應爐冷卻水中的氫活性增加。
- B. 反應爐冷卻水中的氮-16 活性增加。
- C. 溶解於反應爐冷卻水中的氧活性增加。
- D. 懸浮於反應爐冷卻水的輻射性腐蝕產物增加。

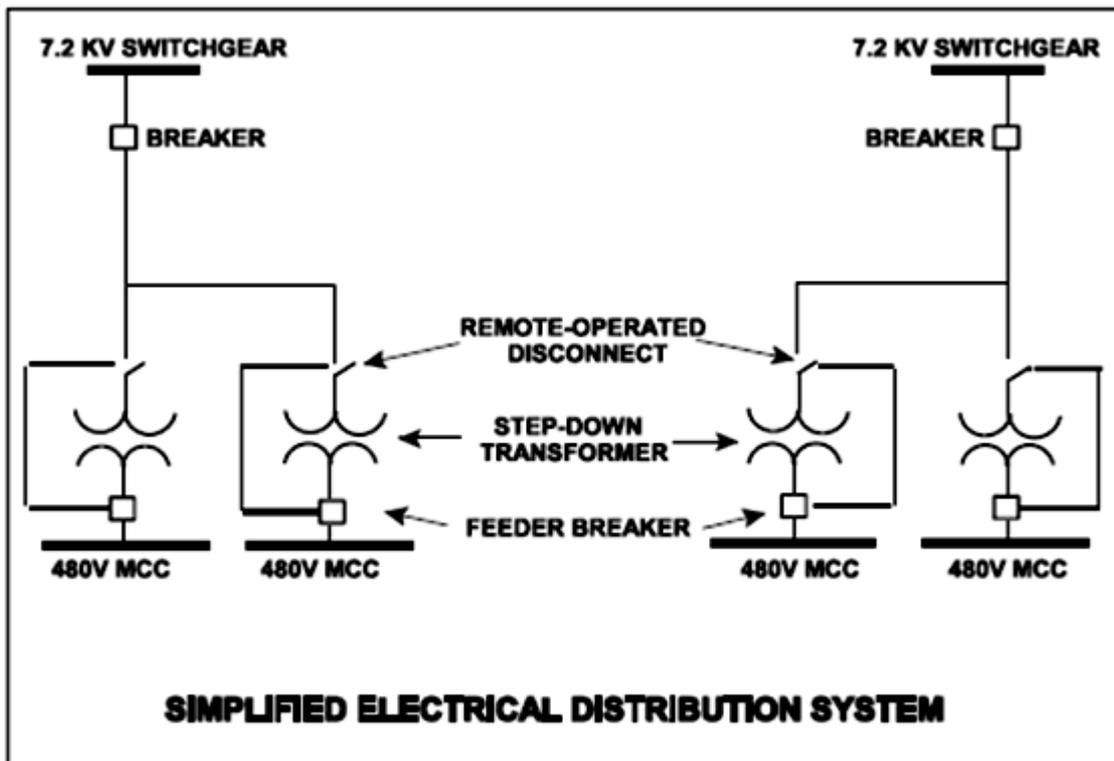
答案：D

20. 請參照下面的配電系統簡圖，圖上顯示 7.2KV 開關箱、降壓變壓器、以及 480V 馬達控制中心(MCC)。每個降壓變壓器的高壓端，均有遙控隔離開關(disconnect)。每個隔離開關的控制線路，都與相應的 MCC 饋電斷路器位置連鎖。

下列何者描述了連鎖操作的方式，將對隔離開關提供最大保護？

- A. 允許只有在隔離開關關閉時，才能將饋電斷路器開啟。
- B. 允許只有在隔離開關開啟時，才能將饋電斷路器開啟。
- C. 允許只有在饋電斷路器關閉時，才能將隔離開關開啟。
- D. 允許只有在饋電斷路器開啟時，才能將隔離開關開啟。

答案：D



21. 一個 4160 V 開路交流電斷路器的資料如下：

復歸(reset)所有相位的過電流跳脫指示牌。

控制電源保險絲顯示燒斷。

電源端的電壓計指示值為 4160 Vac。

負載端的電壓計指示值為 0 volts。

假設從斷路器開啟後，運轉員沒有採取任何動作，下列何者可能是造成斷路器跳脫開啟的原因？

- A. 接地故障引起斷路器自動跳脫。
- B. 控制電源喪失導致斷路器自動跳脫。
- C. 運轉員在斷路器機櫃(breaker cabinet)手動跳脫斷路器。

D. 運轉員從遠處手動跳脫斷路器。

答案：C

22. 下列有關高壓電力隔離開關之敘述，何者正確？

A. 不應用來中斷 (interrupt) 加載中電路。

B. 設計目的是在過電流時保護線路。

C. 設計目的是自動跳脫開啟以保護斷路器。

D. 當要維持下游匯流排通電情況下，旁通並隔離電力匯流排。

答案：A 或 D (D 敘述中，高壓電力隔離開關有旁通並隔離電力匯流排功能，但須於電路無電之情況中操作)

23. 在核子反應器內，下列那種中子較可能在反應器燃料中，引起 U-238 核子分裂？(假設每種中子都停留在爐心，直到與 U-238 核子發生反應。)

A. 熱中子。

B. 開始減能的瞬發分裂中子。

C. 開始減能的遲延分裂中子。

D. 具有 U-238 共振能量的中子

答案：B

24. 在一部運轉中的核子反應器爐心中，有一熱中子即將與 U-238 原子核發生反

應。下列何者描述了它們之間最有可能的反應情形，以及其對爐心 K_{eff} 造成的影響？

- A. 中子將被散射，所以對 K_{eff} 無影響。
- B. 中子將被吸收，U-238 將發生分裂，使得 K_{eff} 降低。
- C. 中子將被吸收，U-238 將發生分裂，使得 K_{eff} 增加。
- D. 中子將被吸收，U-238 將發生衰變而成為 Pu-239，使得 K_{eff} 增加。

答案：A

25. 處於第十燃料週期的反應器，若從長期運轉中急停，下列何種中子反應能提供最大的內在源階中子量 (intrinsic source neutron level)？(忽略裝置中子源的貢獻)

- A. 阿伐-中子反應
- B. 貝塔-中子反應
- C. 光子-中子反應
- D. 自發分裂

答案：C

26. 一部核子反應器處於啟動過程中，並以正常溫度及壓力運轉。反應器功率穩定於加熱起始點時，控制棒發生故障而意外抽出，導致反應度增加 $0.2\% \Delta K/K$ 。

已知：

所有控制棒都已停止移動

自動系統或運轉員沒有為了抑制功率增加而採取任何行動

功率係數 = $-0.04 \% \Delta K/K / \% \text{ power}$

平均有效遲延中子分率 = 0.006

請問功率約得增加多少，才能抵銷控制棒意外抽出而加入的反應度？

- A. 3.0%
- B. 5.0%
- C. 6.7%
- D. 7.5%

答案：B

27. 下列何者將造成都卜勒功率係數變成更大負值(more negative)？

- A. 護套潛變(clad creep)增加。
- B. 燃料丸膨脹度增加。
- C. 功率較低。
- D. 冷卻水硼濃度較高。

答案：C

28. 一部接近爐心壽命末期的核子反應器，以 50%穩態功率運轉，運轉員於此時

插入一組控制棒 5 秒。假設汽機負載維持不變，反應器沒有急停。

反應器的實際功率將穩定在_____，冷卻水溫度將穩定在_____。

- A. 初始功率處；初始溫度處
- B. 初始功率處；低於初始溫度處
- C. 初始功率下方處；初始溫度處
- D. 初始功率下方處；低於初始溫度處

答案：B

29. 在核子反應器中，一控制棒位置的相關中子通率參數如下：

$$\text{爐心平均熱中子通率} = 1.0 \times 10^{12} \text{ n/cm}^2\text{-sec}$$

$$\text{控制棒前端熱中子通率} = 4.0 \times 10^{12} \text{ n/cm}^2\text{-sec}$$

若控制棒稍微插入，使控制棒前端的熱中子通率為 $8 \times 10^{12} \text{ n/cm}^2\text{-sec}$ ，則微

分控制棒本領將增加_____倍(假設爐心平均熱中子通率維持固定)。

- A. 1/4
- B. 3
- C. 9
- D. 4

答案：D

30 已知：

- 核子反應器以 100% 功率運轉六週，此時發生急停。
- 反應器啟動，並於急停 16 小時後達到臨界。
- 2 小時後，反應器於 30% 功率達到穩定，控制棒為手動操作。

若在之後 1 小時內，運轉員未採取任何動作，則反應器冷卻水平均溫度將 _____，因為爐心的 Xe-135 濃度正在 _____。

- A. 增加；減小
- B. 增加；增加
- C. 減小；減小
- D. 減小；增加

答案：A

31. 核能電廠起初以 100% 功率運轉，爐心 Xe-135 已達成平衡。功率於 1 小時內降至 75% 並穩定。運轉員接著調整控制棒高度，以讓反應器冷卻水平均溫度維持不變。

請問在功率改變後 30 小時，控制棒位置與方向的趨勢為何？

- A. 高於初期 75% 功率的位置，並緩慢插入。
- B. 高於初期 75% 功率的位置，並緩慢抽出。
- C. 低於初期 75% 功率的位置，並緩慢插入。
- D. 低於初期 75% 功率的位置，並緩慢抽出。

答案：C

32. 若以控制方式將反應器功率從 50% 增至 100%，請問在接近爐心壽命初期(BOL)時的增加速率較快？還是接近爐心壽命末期(EOL)時的增加速率較快？(假設所有控制棒就在功率開始增加前全部抽出)

- A. 接近爐心壽命末期時較快，因為硼濃度變化較快。
- B. 接近爐心壽命末期時較快，因為控制棒本領較大。
- C. 接近爐心壽命初期時較快，因為硼濃度變化較快。
- D. 接近爐心壽命初期時較快，因為控制棒本領較大。

答案：C

33. 一部核子反應器起初於 10,000 cps 處臨界，此時的蒸汽產生器大氣釋壓閥(atmospheric relief valve)故障打開(fail open)。假設反應器處於爐心壽命末期、沒有急停、運轉員也沒有採取行動。

反應器穩定時，其冷卻水平均溫度(T_{ave})將_____ T_{ave} 初值，反應器功率將_____ 加熱起始點。

- A. 高於；位在
- B. 高於；高於
- C. 低於；位在
- D. 低於；高於

答案：D

34. 在反應器正常停機期間插入控制棒的過程為何？

- A. 以相反順序插入控制棒，每次插入一組，藉此維持可接受的功率分佈。
- B. 以相反順序插入控制棒，每次插入一組，如此仍能利用剩餘控制棒迅速停機。
- C. 以棒位重疊方式及相反順序插入控制棒組，藉此維持相對固定的微分控制棒本領。
- D. 以棒位重疊方式及相反順序插入控制棒組，藉此限制控制棒意外射出事故時加入的正反應度。

答案：C

35. 當在起動階段控制棒插入一小段時，一核子反應器初始狀況為臨界於源階計量範圍，起動率（Startup rate）穩定於 -0.25 dpm。假設起動率維持定值，請問歷時多久，源階中子計數器讀值將減少一半？

- A. 1.2 分鐘
- B. 2.5 分鐘
- C. 3.2 分鐘
- D. 4 分鐘

答案：A

36. 核能電廠起動期間，核子反應器爐心於加熱起始點下方達到臨界，接著在爐

心加入少量正反應度以建立穩定正起動率(SUR)。

起動率為穩定正值時，觀察到下列數值：

時間 功率

0 秒 $3.16 \times 10^{-7} \%$

90 秒 $1.0 \times 10^{-5} \%$

下列何者為 135 秒時的反應器功率？

- A. $3.16 \times 10^{-5} \%$
- B. $5.63 \times 10^{-5} \%$
- C. $6.32 \times 10^{-5} \%$
- D. $1.13 \times 10^{-4} \%$

答案：B

37. 一儲水槽通氣到大氣中。該水槽位於海平面高度，內含 80°F 的水（密度為 62.22 lb/ft^3 ）100,000 加侖。水槽底部的壓力計讀數為 14.6 psig。請問水槽水位約為多少？

- A. 13 呎
- B. 17 呎
- C. 21 呎
- D. 34 呎

答案：D

38. 兩個相同調壓槽分別連至兩個相同的反應器冷卻水系統，該冷卻水系統在 1,000 psia 運轉，調壓槽連接該系統的位置相同。調壓槽 A 裝有 50%飽和水及 50%飽和蒸汽，調壓槽 B 裝有 50%次冷水(300°F)與 50%氮。

下列何者說明了各調壓槽突然湧出(outsurge)10%液體後，哪一調壓槽將維持最高壓力？

- A. 調壓槽 A，因為飽和水隨著壓力開始降低而蒸發。
- B. 調壓槽 A，因為飽和蒸汽的膨脹特性優於氮的膨脹特性。
- C. 調壓槽 B，因為次冷水導致湧出時損失的能量較少。
- D. 調壓槽 B，因為氮的膨脹特性優於飽和蒸汽的膨脹特性。

答案：A

39. 蒸汽乾度 75 %、流量為 1.0×10^6 lbm/hr 的飽和蒸汽離開主汽機，進入壓力為 1.6 psia 的冷凝器。冷凝水以 112 °F 的溫度進入熱井。

下列何者為冷凝器的近似熱傳率？

- A. 7.8×10^8 Btu/hr
- B. 5.2×10^8 Btu/hr
- C. 4.5×10^8 Btu/hr
- D. 3.8×10^8 Btu/hr

答案：A

40. 核能電廠以 100% 額定功率運轉。蒸汽從低壓汽機供氣管路的凸緣縫隙，外逸至大氣之中。

已知下列條件：

蒸汽管路壓力為 280 psia。

蒸汽管路溫度為 450°F。

蒸汽洩漏至到達大氣壓力時，其溫度約為多少？

- A. 212°F
- B. 268°F
- C. 322°F
- D. 378°F

答案：D

41. 進入低壓汽機的進口蒸汽過熱度降低時，低壓汽機輸出的功將_____，低壓汽機排汽含水量將_____（假設蒸汽流量不變）。

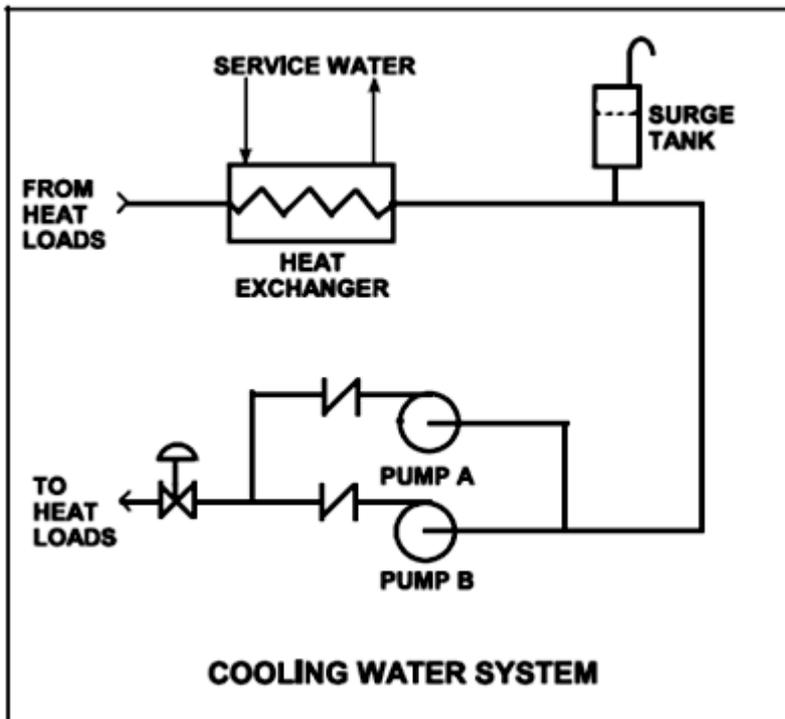
- A. 維持不變；增加
- B. 維持不變；降低
- C. 減少；增加
- D. 減少；降低

答案：C

42. 請參照下圖的冷卻水系統，其中只有泵 A 在運轉，泵出口閥目前開啟 50%。

若泵 A 發生孔蝕，下列何者將減少或消除泵 A 的孔蝕作用？

- A. 啟動泵 B。
- B. 將出口閥位置調整至 40%開度。
- C. 將緩衝槽(surge tank)水位降低 2 呎。
- D. 減少熱交換器冷卻水(service water)流量 10%。



答案：B

43. 兩個相同離心泵(CP)與兩個相同正排量泵(PDP)在一通氣儲水槽取水，並提供補水給冷卻水系統。這些泵能交互連結以提供多重組態。在單一泵配置(alignment)中，每泵將於系統壓力 1,000 psig 下供應 100 gpm。

已知下列資料：

離心泵

關斷水頭：1,500 psig

最大設計壓力：2,000 psig

正排量泵

最大設計壓力：2,000 psig

若系統壓力為 800 psig，下列何種泵組態將提供系統最高的補水流率？

- A. 一正排量泵與一離心泵串聯(離心泵供水至正排量泵)。
- B. 一正排量泵與一離心泵並聯。
- C. 兩離心泵串聯。
- D. 兩離心泵並聯。

答案：D

44. 功率階核能儀器依據算出的熱平衡調整到 100%。下列何者將導致反應器功率指示值小於實際功率？

- A. 用來計算熱平衡的飼水溫度比實際飼水溫度低 20 °F。
- B. 計算熱平衡時遺漏了反應器冷卻水泵的熱輸入。
- C. 計算熱平衡時使用的周圍熱損失值，只有實際周圍熱損失值的一半。
- D. 用來計算熱平衡的飼水流量率比實際飼水流量率高 10%。

答案：C

45. 爐心需要充分的旁通流，以……

- A. 冷卻爐外的核能儀器偵測器。
- B. 提供最低的反應器冷卻水泵流量。
- C. 防止反應爐內的反應器冷卻水層化(stratification)。
- D. 均衡反應爐槽與其上部槽頂的溫度。

答案：D

46. 利用回流沸騰法(reflux boiling)冷卻爐心時，爐心產生的蒸汽於蒸汽產生器的_____側凝結，並經由_____回流至爐心(假設為U形管蒸汽產生器)

- A. 熱端；熱端
- B. 冷端；熱端
- C. 熱端；冷端
- D. 冷端；冷端

答案：A

47. 下列何者最可能造成燃料護套受損？

- A. 以110%的反應爐設計壓力運轉。
- B. 反應器從100%功率意外急停。
- C. 以超過臨界熱通率的功率運轉。

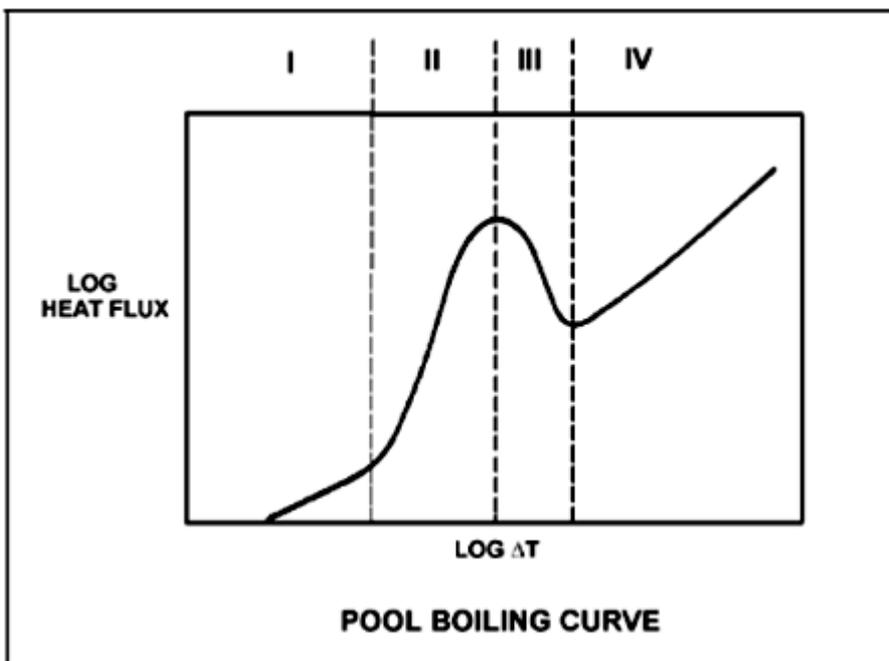
D. 在燃料元件表面發生次冷核沸騰之下運轉。

答案：C

48. 請參照下圖的池沸騰曲線 (pool boiling curve)。

在 100% 功率下，對核子反應器的最熱位置而言，由護套傳熱到冷卻水的運轉點在那個曲線區域？

- A. I 區
- B. II 區
- C. III 區
- D. IV 區



答案：B

49. 一部核子反應器以 80% 功率穩態運轉，爐心功率分佈於爐心中央達到徑向和軸向尖峰。利用反應器冷卻水的硼濃度變化以維持 T_{ave} 不變，控制棒位沒有變化。

假設忽略分裂產物毒素分佈的任何改變，在往後三個月內，最高徑向尖峰因數將_____，最高軸向尖峰因數將_____。

- A. 增加；減少
- B. 增加；增加
- C. 減少；減少
- D. 減少；增加

答案：C

50. 反應爐槽因脆性破壞而損壞的可能性，可以因_____而降低。

- A. 增加爐槽壽命。
- B. 降低爐槽壓力。
- C. 降低爐槽溫度。
- D. 減少伽瑪通率暴露。

答案：B